



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**CIMENTOS RESINOSOS AUTOCONDICIONANTES E AUTO-  
ADESIVOS NA CIMENTAÇÃO DE COROAS DE REVESTIMENTO  
TOTAL**

Trabalho submetido por  
**Anne Dannielly Padilha Rolim**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2020**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**CIMENTOS RESINOSOS AUTOCONDICIONANTES E AUTO-  
ADESIVOS NA CIMENTAÇÃO DE COROAS DE REVESTIMENTO  
TOTAL**

Trabalho submetido por  
**Anne Dannielly Padilha Rolim**  
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**PROF. DOUTOR PEDRO DE MELO E MOURA**

**setembro de 2020**



## **AGRADECIMENTOS**

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio de várias pessoas.

Primeiramente quero agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho. Muito obrigada por ter-me corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus colegas do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, especialmente a Arielly Souza, Silvana Rossi e Pâmela Santos, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Agradeço ao meu grande amigo e Professor Marcus Fernandes S. Jesus, que foi sempre prestativo, e me ajudou a ultrapassar um grande obstáculo.

Quero agradecer ao meu marido e filho Adrian pela paciência e apoio a mim concedido durante todo o percurso e ao meu caçula pelas lágrimas, alegrias e motivação.

Tenho o maior prazer em agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente aos meus pais e irmãs, que sempre me ajudam com palavras de apoio, muito amor e sem eles nada disso seria possível.

Preciso agradecer também ao meu cunhado Maurício e sua esposa Alessandra, pois, em momentos difíceis estavam lá quando mais precisei.

Por último, e não menos importante, agradeço a Deus por me dar forças durante todo o caminho!



## RESUMO

Atualmente em medicina dentária tem-se procurado cada vez mais tratamentos conservadores com um mínimo de desgaste da estrutura dentária, e na sequência dessa evolução apareceram os cimentos adesivos que permitem preparos minimamente invasivos com segurança e previsibilidade. Esses cimentos adesivos são compostos à base de monómeros que, através de retenções micro mecânicas na estrutura do dente e nas peças protéticas, conseguem reter peças protéticas sobre dentes, sem depender de formas de retenção nos preparos. Os cimentos adesivos podem ser classificados de acordo com o tipo de reação química de polimerização e também de acordo com a necessidade de preparo preciso das estruturas do dente para a adesão. Esta técnica bem documentada na literatura é uma técnica sensível nos vários passos da mesma que, quando negligenciados, podem levar ao insucesso, devendo o profissional estar atento à técnica proposta para cada tipo de material adesivo que utiliza e a sua adequação ao material restaurador.

**Palavras-chave:** cimentação adesiva, cimentos resinosos, coroa de porcelana, prótese fixa.





## ABSTRACT

Currently in dental medicine, more and more conservative treatments have been sought with minimal wear on the dental structure, and following this evolution comes adhesive adhesives that allow minimally invasive preparations with safety and predictability. These adhesive cements are composed based on monomers that, through micro-mechanical retentions in the tooth structure and protective parts, are able to retain prosthetic parts on teeth, without depending on forms of retention in the preparations. Adhesive cements can be classified according to the type of chemical polymerization reaction and also according to the need for precise preparation of the denture tooth structures for adhesion. This technique is well documented in the literature and a sensitive technique in its various steps, which if neglected can lead to failure, and the professional must be attentive to the proposed technique for each type of adhesive material he uses.

Keywords: adhesive cementation, resin cements, porcelain stain, fixed prosthesis.



## RESUMO

Actualmente en la odontología se han buscado tratamientos cada vez más conservadores con un mínimo desgaste de la estructura dental, y tras esta evolución nacen los cementos adhesivos que permiten preparaciones mínimamente invasivas con seguridad y previsibilidad. Estos cementos adhesivos están compuestos a base de monómeros que, mediante retenciones micromecánicas en la estructura del diente y en las piezas protéticas, consiguen retener las piezas protéticas sobre los dientes, sin depender de formas de retención en las preparaciones. Los cementos adhesivos se pueden clasificar según el tipo de reacción de polimerización química y también según la necesidad de una preparación precisa de las estructuras dentales para la adhesión. Esta técnica está bien documentada en la literatura y es una técnica sensible en sus diversos pasos, que si se descuida puede conducir al fracaso, debiendo el profesional estar atento a la técnica propuesta para cada tipo de material adhesivo que utilice y su compatibilidad con el material restaurador.

**Palabras clave:** cementación adhesiva, cementos resinosos, coroa de porcelana, prótesis fija.



# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>II. METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>III. DESENVOLVIMENTO</b>	<b>17</b>
3.1 SUBSTRATOS E ADESÃO EM MEDICINA DENTÁRIA	17
3.1.1 <i>Esmalte</i>	17
3.1.2 <i>Dentina</i>	18
3.1.3 <i>Porcelanas</i>	19
3.2 SISTEMAS ADESIVOS	22
3.2.1 <i>Sistemas adesivos de condicionamento ácido</i>	22
3.2.2 <i>Adesivos Autocondicionantes</i>	23
3.2.3 <i>Camada híbrida</i>	25
3.2.4 <i>Silanização</i>	27
3.2.5 <i>Condicionamento da cerâmica para adesão</i>	29
3.3 CIMENTOS RESINOSOS	30
3.3.1 VANTAGENS DA CIMENTAÇÃO ADESIVA	44
3.3.2 CUIDADOS A SEREM TOMADOS DURANTE A CIMENTAÇÃO ADESIVA	44
3.3.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A LONGEVIDADE DA CIMENTAÇÃO ADESIVA	45
<b>IV. CONCLUSÃO</b>	<b>47</b>
<b>V. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>49</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Monómeros presentes em cimentos autoadesivos e sistemas adesivos. Adaptado de (Rohr & Fischer, 2017).....	27
Tabela 2: Principais estudos sobre cimentação adesiva em cerâmica. ....	32
Tabela 3: Composição química e protocolo de utilização de vários cimentos resinosos disponíveis no mercado, para cimentação adesiva. Adaptado de (Suyama et al., 2013).41	





## LISTA DE SIGLAS

Bis-GMA: bisfenol-A-diglicidilmetacrilato

HEMA: 2-hidroxietil metacrilato

TEGDMA: trietilenoglicoldimetacrilato

UDMA: uretanodimetacrilato

10-MDP: 10-metacriloiioxidecil di-hidrogenofosfato

Ácido 5-NMSA, N-metacriloil-5-aminossalicílico.



## I. INTRODUÇÃO

Vários métodos podem ser utilizados pelo médico dentista para a reabilitação de dentes perdidos. As restaurações indiretas permitem um maior controlo da forma e função, principalmente em situações de grande perda de tecido dentário. Os materiais utilizados para este tipo de restaurações podem ser cerâmicos, híbridos ou poliméricos (Angeletaki *et al.*, 2016; Awad *et al.*, 2017). A cerâmica é um material amplamente utilizado pelo facto das suas propriedades físicas e óticas apresentarem grande capacidade de se misturar com o meio oral, considerando certos requisitos estéticos e funcionais (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Awad *et al.*, 2017). Grande parte do sucesso dessas restaurações encontra-se na evolução dos sistemas adesivos que, por ter permitido uma adesão efetiva entre o material restaurador e a estrutura dentária remanescente, não depende de grandes desgastes dentários para se obterem preparos retentivos, uma vez que a retenção ocorre pela união da peça protética à estrutura dentária por meio de sistemas adesivos e cimentos resinosos (Albaladejo *et al.*, 2010; Gundogdu & Aladag, 2018; Haralur, 2018)

As diferentes interações entre as restaurações, os componentes dos sistemas adesivos, o esmalte e a dentina, requerem que os critérios na seleção do sistema adesivo garantam a longevidade das restaurações e a preservação do remanescente biológico (Gundogdu & Aladag, 2018; Suyama *et al.*, 2013). A força de adesão ao tecido dentário é um dos indicativos do comportamento dos sistemas adesivos e influencia o comportamento dos tratamentos com restaurações diretas e indiretas (Abad-Coronel *et al.*, 2019).

Geralmente, as preparações conservadoras e minimamente invasivas são utilizadas no lugar das técnicas convencionais e com menos requisitos mecânicos, tornando o fator adesivo um ponto crítico no sucesso clínico (Abad-Coronel *et al.*, 2019). A adesão com cimentos resinosos depende da presença de microporosidades nas superfícies a serem aderidas (Ferreira-Filho *et al.*, 2018; Gundogdu & Aladag, 2018). Essas microporosidades podem ser obtidas na estrutura do dente com a utilização de ácido fosfórico ou mesmo com a utilização de adesivos acidificados ou cimentos auto condicionantes. Na superfície do material restaurador as microporosidades podem ser

obtidas através do condicionamento com ácido fluorídrico, jateamento com óxido de alumínio ou tratamento com laser (Demirtag & Culhaoglu, 2019).

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão da literatura sobre a utilização de cimentos resinosos autocondicionantes e auto-adesivos na cimentação de coroas de recobrimento total.

## II. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa na literatura na biblioteca eletrônica PubMed, com a seguinte combinação de palavras: “adhesive cementation”, “resin cements”, “porcelain crown”, “fixed prosthesis”. Os critérios de inclusão envolvem artigos publicados em inglês, de janeiro de 2010 até junho de 2020, relatando a técnica de cimentação adesiva nas diferentes variações existentes e em diferentes materiais protéticos. Para este trabalho foram selecionados artigos de revisão, relatos de caso clínico, estudos clínicos, meta análises, estudos randomizados e estudos prospectivos de coorte. Para a remoção de artigos duplicados e para organizar as referências foi utilizado o *software* gestor de citações Mendeley. Uma primeira avaliação foi realizada com base no título e no resumo, seguido pela leitura completa dos artigos selecionados.



### III. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 SUBSTRATOS E ADESÃO EM MEDICINA DENTÁRIA

A adesão visa gerar uma união forte, retendo o material restaurador ou o agente de cimentação, minimizando a microfiltração, pigmentação marginal, cárie secundária e estresse por contração (Awad *et al.*, 2017). Outro objetivo da adesão é providenciar procedimentos menos invasivos que evitem o desgaste do tecido com finalidades retentivas (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Angeletaki *et al.*, 2016; Gundogdu & Aladag, 2018; Haralur, 2018; Suyama *et al.*, 2013).

##### **3.1.1 Esmalte**

No esmalte, a adesão é muito fidedigna. O esmalte é formado por 94% a 96% de substâncias inorgânicas, 1% a 4% de água e 4% a 5% de substâncias orgânicas (Ferreira-Filho *et al.*, 2018; Latta *et al.*, 2020). Apresenta maior força intermolecular e alta energia superficial. É formado por prismas que se estendem desde a junção amelodentinária até à superfície externa do esmalte. A aplicação do ácido atua sobre os prismas gerando três padrões diferentes de desmineralização (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Haller, 2013; Suyama *et al.*, 2013). O padrão 1 atua no nível central dos prismas, o padrão 2 atua na periferia dos prismas e o padrão 3 é uma combinação dos padrões anteriores. A aplicação de ácido fosfórico em concentrações de 30% a 37% durante 30 segundos resulta na formação de fosfato de cálcio com perda da estrutura adamantina (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Latta *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2019).

O padrão de condicionamento do esmalte produzido pelo *primer* e adesivos autocondicionantes é consideravelmente menos intenso do que no condicionamento do esmalte com ácido fosfórico. Como resultado, a resistência de união do esmalte dos

sistemas adesivos autocondicionantes é limitada entre 30% a 65% daquela obtida pelo condicionamento com ácido fosfórico. Portanto, defeitos pequenos e superficiais e descolorações ocorrem gradualmente ao longo das margens do esmalte de restaurações colocadas com recurso a sistemas adesivos autocondicionantes. Embora esses defeitos marginais possam comprometer a aparência estética de uma restauração, eles geralmente não afetam a sua longevidade, e por isso, foi sugerido condicionar seletivamente o esmalte com ácido fosfórico antes da aplicação de sistemas autocondicionantes para otimizar a qualidade da adesão marginal no esmalte. (Haller, 2013; Lima *et al.*, 2019).

### **3.1.2 Dentina**

Na dentina, a adesão é mais complexa por se tratar de um tecido poroso, húmido, composto por partículas de hidroxiapatite numa matriz proteica de colagénio, composição essa que acaba por comprometer a adesão. Possui baixa força intermolecular e baixa energia superficial. Apresenta na sua composição 50% a 70% de matéria inorgânica, 20% a 30% de matéria orgânica e 10% a 20% de humidade (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Gundogdu & Aladag, 2018; Haller, 2013; Haralur, 2018; Latta *et al.*, 2020; Suyama *et al.*, 2013).

Os túbulos dentinários aumentam de diâmetro e densidade com o aumento da sua proximidade à polpa. O teor de água na dentina é menor na superfície e maior nas proximidades da polpa dentária. Além disso, a dentina é um tecido sujeito a inúmeras alterações que surgem fisiologicamente com a idade. Entrando num processo de envelhecimento, há um aumento da espessura da dentina e uma redução da sua permeabilidade causada pela esclerose e pela cárie. Por este motivo, a adesão é alcançada neste tecido devido aos processos de hibridização e integração (Abad-Coronel *et al.*, 2019).

Esta retenção micromecânica manifesta-se no esmalte como um entrelaçado do material resinoso nas porosidades criadas pelo condicionamento ácido, enquanto ao nível da dentina há um “emaranhamento” da resina com o colagénio exposto. Embora alguns adesivos tenham um pH suave e não consigam expor todo o colagénio, a hibridização



pode ser alcançada por ligações iônicas entre componentes relacionados, como os monómeros ácidos do adesivo e o cálcio da hidroxiapatite (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Gundogdu & Aladag, 2018).

A força mais duradoura de união à dentina é alcançada quando o *primer* hidrofílico e o adesivo hidrofóbico são aplicados separadamente, como acontece nos sistemas de adesivos de três etapas e nos sistemas de autocondicionamento de duas etapas (Haller, 2013).

### **3.1.3 Porcelanas**

Materiais cerâmicos de alta resistência, como alumina e zircônia, normalmente são fabricados com *design* auxiliado por computador (CAD) / tecnologias de fabricação assistida por computador (CAM) e foram desenvolvidos para eliminar estruturas de liga metálica para restaurações (Awad *et al.*, 2017). Essas restaurações são feitas exclusivamente de cerâmica por razões de ótica, físicas e biológicas. Especialmente para as coroas de revestimento total, as taxas de sucesso clínico podem ser comparadas às das tradicionais restaurações metalocerâmicas (Blatz *et al.*, 2018).

#### ***Cerâmicas de alumina***

Alumina infiltrada com vidro (In-Ceram Alumina; Vita Zahnfabrik) tornou-se popular em meados dos anos 90 e incorpora um núcleo de alumina sinterizado a seco, que é misturada com vidro fundido. Com uma resistência à flexão de 450 MPa, é indicado para coroas de cobertura total e próteses dentárias fixas (Blatz *et al.*, 2018).

Cerâmica de Óxido de alumínio de alta pureza densamente sinterizado (> 99,9%) (Procera Alumina; Nobel Biocare) foi desenvolvida ao mesmo tempo, mas é fabricada por um processo CAD / CAM. Com uma resistência à flexão de 610 MP, não contém qualquer sílica (Blatz *et al.*, 2018).

### ***Cerâmicas de dissilicato de lítio***

As cerâmicas de vidro de dissilicato de lítio têm sido amplamente utilizadas para fabricar restaurações de cerâmica pura devido às suas características estéticas superiores e óxidos de metal (alumina e os cimentos aderem às estruturas dos dentes e aos materiais restauradores sem exigir a aplicação de um pré-tratamento ou adesivo separado) (Gundogdu & Aladag, 2018).

Coroas monolíticas de dissilicato de lítio (e.max CAD LT, IvoclarVivadent) apresentam uma taxa de sobrevida de 83,5% em 10 anos, semelhante à sobrevivência de outras restaurações de cerâmica pura. Em comparação com as coroas metalocerâmicas, o uso de coroas monolíticas de dissilicato de lítio na região posterior revela resultados ligeiramente diminuídos de longevidade, no entanto, proporciona melhor estética e não apresenta risco de fratura (Guilardi *et al.*, 2020).

### ***Zircónia***

A zircónia é um óxido encontrado na natureza que possui três fases cristalinas, tem uma estrutura cristalina monoclinica à temperatura ambiente e uma estrutura tetragonal e cúbica em temperaturas crescentes. As formulações utilizadas na odontologia contêm principalmente cristais tetragonais parcialmente estabilizados com óxido de ítrio (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e tem uma resistência à flexão de 900 a 1.400 MPa, um módulo de elasticidade de 210 GPa e uma resistência a fratura de 10 MPa / mm. Possui a capacidade de resistir e impedir a propagação de fraturas. Tensões externas e fissuras causam uma transformação da partícula tetragonal em monoclinica com maior volume (aproximadamente 3% a 5%), causando uma compressão da fissura e impedindo o seu crescimento e propagação (Blatz *et al.*, 2018; Sanli *et al.*, 2015).

As restaurações de zircónia são geralmente fresadas em blocos não sinterizados, sendo que muito poucos sistemas CAD / CAM são fabricados com blocos totalmente

sinterizados, que possuem dureza e resistência à flexão significativamente maiores. *Copings* de zircónia convencionais de primeira geração e estruturas são revestidas com cerâmica feldspática (porcelana fundida a zircónia, PFZ); por razões estéticas eles são brancos, opacos e monocromáticos (Blatz *et al.*, 2018).

Os materiais de zircónia de segunda geração têm maior translucidez, e a sua resistência à flexão é um pouco menor que a zircónia convencional. Uma aparência personalizada, semelhante a um dente, é criada através da infiltração de corantes líquidos num estágio pré-sinterizado e da queima de manchas e esmaltes após a sinterização. Alguns fabricantes oferecem espaços em branco de zircónia pré-sombreados e até multicamadas que imitam a aparência natural dos dentes, podendo ser ainda mais personalizados (Blatz *et al.*, 2018; Sanli *et al.*, 2015).

A zircónia, ou melhor, a zircónia tetragonal parcialmente estabilizada com ítria (YTZP), é cada vez mais usada na odontologia devido à sua notável resistência, porém, um grande impedimento para o seu uso efetivo é a falta de reatividade, por se tratar de um material apolar e inerte, que se torna muito denso e homogêneo na sinterização. Fazendo com que os meios habituais de se obter uma ligação química (entre o substrato e o material adesivo) eficazes noutros sistemas cerâmicos, acabem por não funcionar (Sanli *et al.*, 2015). Posto isto, é de grande interesse desenvolver um meio eficaz de ligação à zircónia para permitir a retenção a longo prazo. Para este propósito, um grande número de métodos de tratamento de superfície têm sido experimentados, por exemplo, para tornar a superfície áspera com sistemas rotativos, irradiação a laser ou ataque de infiltração seletiva ou para modificar a superfície através de revestimento de sílica (Sanli *et al.*, 2015).

### ***Porcelana feldspática***

As cerâmicas odontológicas de feldspato são utilizadas em diversos tratamentos de reabilitação devido à sua biocompatibilidade e aos resultados clínicos funcionais e estéticos satisfatórios que apresenta (Barbon *et al.*, 2018). Essas cerâmicas são intrinsecamente frágeis, porém podem ser reforçadas através da cimentação adesiva à

estrutura dentária com cimentos resinosos. O reforço cerâmico fornecido pelo cimento de resina é clinicamente relevante, diminuindo o crescimento de fissuras e melhorando o desempenho da resistência mecânica da cerâmica de feldspato (Fleming *et al.*, 2017). A cimentação adesiva é responsável por permitir que facetas muito finas sejam coladas às estruturas dentárias sem fratura imediata, proporcionando sucesso clínico e longevidade (Barbon *et al.*, 2018).

### **3.2 SISTEMAS ADESIVOS**

As classificações dos sistemas adesivos foram numerosas: por gerações, por número de etapas clínicas e por modos de ação (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Ferreira-Filho *et al.*, 2018):

A classificação por gerações, determinada pela indústria odontológica, refere-se à ordem em que os sistemas adesivos foram desenvolvidos de acordo com a sua complexidade. Cada geração tem procurado reduzir o número de componentes envolvidos no processo, simplificando também o número de etapas (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Azad *et al.*, 2018).

Os sistemas adesivos também foram classificados de acordo com as etapas clínicas utilizadas durante o processo, o que reflete o seu modo principal de uso, pondo de lado o desenvolvimento histórico do mesmo (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Azad *et al.*, 2018; Chávez-Lozada & Urquía-Morales, 2017; Silva *et al.*, 2017).

#### **3.2.1 Sistemas adesivos de condicionamento ácido**

Este sistema consiste em condicionar o esmalte e a dentina com ácido fosfórico 35-37%, que após o alcance do seu objetivo é eliminado com uma lavagem rigorosa, seguido da polimerização *in situ* do adesivo por efeitos próprios da capilaridade, este flui nas porosidades criadas no esmalte formando uma camada híbrida de resina misturada ao redor dos prismas de esmalte, complementando há ainda a formação de micro *tags* que

penetram nos núcleos dos prismas de esmalte, contribuindo efetivamente para a retenção do material (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Chávez-Lozada & Urquía-Morales, 2017; Gundogdu & Aladag, 2018). No tecido dentinário, o efeito do ácido produz uma rede de microporos no colagénio, onde a hidroxiapatite está quase ausente. Portanto, a adesão depende da hibridização ou infiltração do adesivo dentro da rede de colagénio exposta, e neste contexto a adesão “química” é questionada por depender da união dos monómeros funcionais com a hidroxiapatite. Este sistema de gravação e lavagem de adesivos pode ser usado em sistemas de 2 ou 3 etapas. No sistema de 3 etapas, o condicionamento ácido, a aplicação do *primer* e a aplicação do adesivo em si, são realizados separadamente (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Albaladejo *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2017).

No sistema de 2 etapas, o condicionamento ácido é realizado separadamente, simplificando a impregnação do *primer* e do adesivo numa etapa. O principal passo no método de corrosão e lavagem é a aplicação do *primer*, ou componente hidrofílico do adesivo, que geralmente se dissolve em água ou solventes voláteis, como acetona e etanol, o butano terciário também é utilizado. O uso desses chamados “caçadores de água” facilita a eliminação de água da superfície dentinária acompanhada pela exposição da rede de colagénio pronta para receber a porção hidrofóbica do adesivo (Gundogdu & Aladag, 2018). Portanto, é importante ter-se em consideração o solvente a usar. Por exemplo, quando se utiliza a técnica de “colagem húmida”, é necessário utilizar um adesivo à base de acetona, ao contrário da técnica de “colagem a seco”, onde se recomenda um adesivo à base de etanol (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Latta *et al.*, 2020).

### **3.2.2 Adesivos Autocondicionantes**

Devido à simplificação dos tempos operatórios oferecidos por esta técnica e consequente redução da sensibilidade do processo, gera um risco menor de cometer erros por não precisar de uma fase de condicionamento e lavagem. Uma vantagem importante neste método é que ocorre a infiltração do sistema adesivo simultaneamente ao processo de autocondicionamento, por isso, há redução do risco de discrepâncias entre os dois processos. Estas podem ser aplicadas numa ou duas etapas, visto que a capacidade retentiva está na eliminação parcial do esfregaço produzido durante o preparo cavitário,

incorporando no processo de adesão os cristais e fragmentos residuais da hidroxiapatite, os ganhos de retenção podem ser atribuídos a três fatores principais (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Albaladejo *et al.*, 2010; Haller, 2013):

1. Um efeito de limpeza na superfície, química e mecânica, que começa com a dissolução da periferia dos prismas de esmalte com desgaste regular da superfície. Durante a remoção do ácido, os sais dissolvidos também são removidos das porosidades criadas (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Chávez-Lozada & Urquía-Morales, 2017; Haller, 2013);
2. Efeito de desmineralização parcial que facilita a reticulação do adesivo por meio das microporosidades originadas e da rede de colagénio (hibridização) (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Albaladejo *et al.*, 2010);
3. A interação química do ácido fraco com a hidroxiapatite residual, dando origem a uma rede de colagénio revestida por hidroxiapatite com fibrilhas expostas, descrevendo uma dupla adesão mecânica e química (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Albaladejo *et al.*, 2010). Esta reação ocorre, por exemplo, com o sistema Clearfil SE onde o monómero 10 MDP (10-metacriloiloxidecil di-hidrogenofosfato) interage com a hidroxiapatite (Gundogdu & Aladag, 2018; Haller, 2013; Samran *et al.*, 2019), sendo um dos monómeros funcionais mais estáveis usados para a ligação química ao cálcio na hidroxiapatite (Latta *et al.*, 2020; Shibuya *et al.*, 2019).

Porém, também se questionam os efeitos sobre o excedente do solvente, ou seja, se pode ou não afetar a integridade da ligação criada, ou um maior risco de microfiltração, ou mesmo a possibilidade de afetar os monómeros infiltrados, da mesma forma que a estrutura criada é mais hidrofílica e, portanto, mais sujeita à degradação por hidrólise (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Haller, 2013).

O efeito autocondicionante é obtido pela incorporação de monómeros ácidos que cumprem a função de corrosão não seletiva, grupos de ácido carboxílico ou fosfatos, e dependendo da agressividade do ácido em função, eles podem ser divididos em adesivos autocondicionantes fortes e adesivos autocondicionantes fracos (Albaladejo *et al.*, 2010; Shibuya *et al.*, 2019). Os primeiros geralmente têm um pH de 1 que dá origem a um efeito de desmineralização consideravelmente profundo. Se compararmos o seu efeito ao nível do esmalte, é idêntico ao do tratamento com ácido fosfórico, e no tecido dentinário a

hidroxiapatite residual é quase totalmente eliminada. Isso significa que esses adesivos autocondicionantes fortes atuam tecnicamente de forma igual aos de gravação e lavagem, apresentando baixos valores de resistência de união (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Haller, 2013).

Os sistemas adesivos autocondicionantes fracos têm um pH de 2, o seu efeito na desmineralização da dentina é superficial, aproximadamente de 1  $\mu\text{m}$ . Com esse efeito, é possível conservar resíduos de hidroxiapatite aderidos ao colagénio e ao mesmo tempo criar uma quantidade satisfatória de microporos para a retenção micromecânica do adesivo. Embora seja verdade que a espessura da camada híbrida é reduzida em comparação com os ácidos fortes do sistema de condicionamento e lavagem, a preservação da hidroxiapatite pode permitir a receção de ligações químicas adicionais (Abad-Coronel *et al.*, 2019; Albaladejo *et al.*, 2010; Haller, 2013).

Os adesivos autocondicionantes são caracterizados por um efeito de corrosão relativamente suave, resultando numa incidência relativamente baixa de hipersensibilidade pós-operatória. Por outro lado, o efeito de condicionamento suave causa uma redução na força de união ao esmalte em comparação com o obtido com o condicionamento com ácido fosfórico (Haller, 2013; Kirsten *et al.*, 2018; Latta *et al.*, 2020; Shibuya *et al.*, 2019).

### **3.2.3 Camada híbrida**

O mecanismo de união dos adesivos dentinários é baseado na penetração de moléculas anfipáticas na dentina condicionada com ácido, que subsequentemente resulta numa camada híbrida de resina polimerizada e fibrilhas de colagénio e reforço da adesão à dentina (Azad *et al.*, 2018; Rohr & Fischer, 2017; Silva *et al.*, 2017).

Monómeros bifuncionais que contêm grupos de ácido carboxílico ou fosfato na sua estrutura são capazes de fornecer uma ligação iónica à estrutura do dente, enquanto as suas funcionalidades de metacrilato criam ligações covalentes com os monómeros de resina dos compósitos restauradores (Azad *et al.*, 2018; Chávez-Lozada & Urquía-Morales, 2017; Rohr & Fischer, 2017).

Os monómeros da resina são dissolvidos em solventes orgânicos que facilitam a difusão do monômero dentro das fibras de colagénio e auxiliam na remoção da água durante a evaporação do solvente. Portanto, a água residual na dentina e os solventes orgânicos nos sistemas adesivos precisam de ser adequadamente volatilizados, visto que podem interferir nas propriedades mecânicas da camada híbrida (Matuda *et al.*, 2016; Rohr & Fischer, 2017).

A camada híbrida formada através dos adesivos autocondicionantes de duas etapas e os sistemas de condicionamento ácido foram formadas de forma contínuas e uniformes em espessura. Podem ocorrer gotículas dentro da camada adesiva multifuncional devido à absorção de água da dentina por meio de osmose, podendo interferir na polimerização adequada da resina. Os *tags* de resina obtidos com sistemas adesivos autocondicionantes e os sistemas adesivos de condicionamento ácido prévio mostraram ramos laterais, o que é um sinal de infiltração adequada da matriz de resina (Albaladejo *et al.*, 2010; Angeletaki *et al.*, 2016).

Para obter uma camada híbrida com a abordagem de condicionamento e enxaguamento, a dentina é pré-tratada com um agente ácido, seguido de *primer* e aplicação de uma resina de baixa viscosidade. Os cimentos adesivos atuais têm uma etapa de aplicação de ácido ortofosfórico na superfície dentária, com posterior aplicação de uma resina fluida, onde o *primer* e a resina adesiva são combinados. De forma a simplificar o processo de cimentação, foram desenvolvidos cimentos adesivos autocondicionantes contendo monómeros ácidos que não enxaguam aquando do condicionamento e preparação simultânea dos tecidos dentários. Devido à sua capacidade reduzida de dissolver completamente a *smear layer*, os cimentos adesivos interagem apenas superficialmente com a dentina. A ausência de uma etapa de condicionamento da dentina cria substratos de dentina parcialmente desmineralizados que a tornam mais difícil a penetração dos monómeros de resina nos túbulos. A viscosidade relativamente alta do cimento autoadesivo, possivelmente contribui para esta baixa infiltração (Camargo *et al.*, 2019; Kirsten *et al.*, 2018; Rohr & Fischer, 2017).

Cada sistema autocondicionante ou sistema adesivo contém o seu monómero funcional específico que determina o seu desempenho adesivo real. Além da retenção micromecânica, grupos específicos de carboxila ou fosfato de monómeros funcionais interagem quimicamente com a hidroxiapatite residual na superfície da dentina



parcialmente desmineralizada. Adesivos contendo 10-MDP revelaram um potencial de adesão à hidroxiapatite significativamente mais forte (Rohr & Fischer, 2017; Samran *et al.*, 2019; Shibuya *et al.*, 2019), na tabela 1 é possível observar os monómeros presentes em algumas marcas de cimentos adesivos disponíveis no mercado.

*Tabela 1: Monómeros presentes em cimentos autoadesivos e sistemas adesivos. Adaptado de (Rohr & Fischer, 2017).*

Cimento	Fabricante	Monómeros
Panavia F 2.0	Kuraray Noritake Dental, Kurashiki, Japan	MDP
Panavia V5		BIS-GMA, TEGDMA,
ED Primer II		HEMA, MDP
Panavia V5 Tooth Prime		MDP, HEMA
Panavia SA Cement Plus		MDP, BIS-GMA, TEGDMA, HYDROPHOBIC AROMATIC DIMETHACRYLATE, HEMA
Clearfil Universal Bond		MDP, BIS-GMA, HEMA
Permaflo DC	Ultradent Products, South Jordan, UT, USA	TEGDMA, BIS-GMA

### **3.2.4 Silanização**

Os agentes de conexão à base de silano são promotores de adesão para unir materiais quimicamente diferentes usados na medicina dentária. Os silanos são muito eficazes na promoção da adesão entre os compostos de resina e os materiais restauradores indiretos à base de sílica ou revestidos de sílica. É geralmente aceite que para restaurações não baseadas em sílica, o pré-tratamento da superfície é uma etapa preliminar obrigatória para aumentar o conteúdo de sílica e, então, com a ajuda do silano, melhorar a adesão (Matinlinna *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2017), intervindo na adesão entre a sílica na cerâmica

e a matriz de resina através da formação de uma rede de siloxano na superfície da cerâmica (Chen *et al.*, 2019).

O monômero de silano mais comumente usado é o  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (Awad *et al.*, 2017), apesar da sua aplicação por mais de 40 anos, nenhum monômero novo consegue substituir a silanização até ao momento (Chen *et al.*, 2019), basicamente este possui uma extremidade de metacrilato para copolimerizar com o adesivo e / ou cimento composto e o silano real grupo para se ligar covalentemente à fase de vidro cerâmico. Além de necessários para a adesão à cerâmica, os agentes de acoplamento de silano também são frequentemente usados como parte de um protocolo de restauração-reparo para reparar restaurações de cerâmica e de compósitos (Yoshihara *et al.*, 2016).

As etapas de pré-tratamento de superfície, por exemplo, decapagem com ácido no caso da porcelana e revestimento de sílica tribo-química nas ligas de metal, são usadas antes da silanização para obter uma ligação forte e duradoura do substrato ao composto de resina. Na prática clínica, no entanto, o principal problema da ligação de resina usando silanos e outros agentes de acoplamento é o enfraquecimento da ligação (degradação) no ambiente oral húmido ao longo do tempo (Matinlinna *et al.*, 2018).

Os silanos são grupos bifuncionais que se ligam à resina por adição de reação de polimerização entre os grupos metacrilato da resina da matriz e as moléculas de silano, durante o tempo de presa da resina composta. Além disso, a ligação com a cerâmica ocorre através de uma reação de condensação entre um grupo silano na superfície da cerâmica e um grupo silano da molécula de silano hidrolisada (Özcan & Vallittu, 2003). Além disso, alguns adesivos universais contêm silano nas suas formulações (Yoshihara *et al.*, 2016). Estudos recentes provaram que os adesivos contendo silano não são alternativas aos *primers* à base de silano (Makishi *et al.*, 2016; Özcan & Vallittu, 2003). A natureza ácida dos adesivos universais pode derivar da instabilidade do silano, em condições ácidas, como na presença de 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato (MDP) e água (Awad *et al.*, 2017; Samran *et al.*, 2019).

A rápida inovação técnica permitiu que os fabricantes adotassem elementos versáteis na realização de produtos multifuncionais sem comprometer a eficácia da colagem, que também substitui várias etapas, como é o caso do condicionamento, da

preparação e até mesmo da cimentação por etapas menores ao cimentar restaurações de cerâmica à base de sílica em pilares dentários (Chen *et al.*, 2019).

### **3.2.5 Condicionamento da cerâmica para adesão**

A corrosão com ácido fluorídrico seguida de silanização é o tratamento de superfície mais amplamente aceito para as cerâmicas de vidro (Awad *et al.*, 2017; Matinlinna *et al.*, 2018; Yoshihara *et al.*, 2016). O ácido fluorídrico é uma solução aquosa de fluoreto de hidrogénio. Com base na composição da cerâmica, diferentes concentrações de ácido fluorídrico e durações de condicionamento podem ser recomendadas (Awad *et al.*, 2017). A corrosão com ácido fluorídrico dissolve seletivamente a matriz vítrea da superfície vitrocerâmica (Gundogdu & Aladag, 2018), criando microporos retentivos e fendas na superfície condicionada, favorecendo a retenção micromecânica (Silva *et al.*, 2017).

Além disso, o condicionamento ácido com ácido fluorídrico aumenta a energia de superfície da cerâmica e reduz o ângulo de contacto para a permitir a adesão do cimento (Awad *et al.*, 2017). Um agente de acoplamento de silano é aplicado na superfície gravada para promover uma ligação química entre a fase inorgânica da cerâmica (ou seja, sílica) e a fase orgânica do cimento resinoso (Guilardi *et al.*, 2020).

A gravação com ácido fluorídrico é geralmente seguida pela aplicação de *primer* à base de silano para promover a ligação química de materiais à base de resina a cerâmicas à base de vidro (Yoshihara *et al.*, 2016). No entanto, isso tornou-se cada vez mais discutível, alguns estudos também mostraram que não há necessidade de condicionamento ácido fluorídrico para aumentar a adesão entre cimentos resinosos e cerâmicas de vidro (Awad *et al.*, 2017; Matinlinna *et al.*, 2018), e também foi demonstrado que o condicionamento com ácido fluorídrico pode até levar a um efeito de enfraquecimento da cerâmica. Isto é explicado pelo fato de que o condicionamento com ácido fluorídrico também cria e aumenta a população de falhas na interface de colagem de cerâmica. Posto isto, pode-se aumentar a suscetibilidade da cerâmica para retardar o crescimento de fissuras de defeitos críticos sob as tensões mastigatórias constantes, uma

vez que a resistência à fratura da cerâmica é inversamente proporcional à maior falha crítica presente na restauração carregada. Do ponto de vista clínico, o efeito de enfraquecimento acima mencionado é particularmente relevante quando se tem em consideração a evidência, que mostra que a vitrocerâmica falha devido a falhas na superfície do entalhe cerâmico (Guilardi *et al.*, 2020).

Assim, um fator relevante a ser considerado como um preditor do desempenho da restauração parece ser a capacidade do cimento de preencher completamente os defeitos introduzidos, o que ainda é pouco discutido na literatura (Guilardi *et al.*, 2020).

### 3.3 CIMENTOS RESINOSOS

Os cimentos resinosos são os mais indicados para a cimentação adesiva de restaurações de cerâmica. Eles fornecem uma melhor adesão (maior força de união) para bases / substratos de cerâmica e restauradores, bem como propriedades mecânicas e óticas superiores (maiores possibilidades de seleção de cor e maior estabilidade de cor), alta resistência à hidrólise e grande resistência à tração inerente. O aparecimento dos cimentos resinosos autoadesivos na tentativa de fornecer técnicas de simplificação e fácil manuseio tornou-se uma abordagem alternativa promissora, e esses cimentos têm mostrado propriedades estéticas aceitáveis e resultados de resistência de união pelo menos comparáveis aos cimentos resinosos convencionais (Camargo *et al.*, 2019; Guilardi *et al.*, 2020; Kirsten *et al.*, 2018).

Os cimentos resinosos duais autoadesivos foram introduzidos para simplificar a etapa do procedimento de colagem e superar as limitações das aplicações complexas em várias etapas, da suscetibilidade à humidade e da possível sensibilidade pós-operatória dos cimentos resinosos convencionais (Broyles *et al.*, 2013; Burgess *et al.*, 2010; Camargo *et al.*, 2019; Kirsten *et al.*, 2018). Monómeros ácidos em cimentos resinosos autoadesivos desmineralizam e infiltram o substrato dentário, proporcionando retenção micromecânica (Pisani-Proença *et al.*, 2011). Simultaneamente, a reação entre os monómeros de ácido fosfórico dos cimentos e a hidroxiapatite do substrato dentário pode oferecer retenção química. No entanto, muitos estudos relatam a má adesão à dentina e a

baixa resistência de união como falhas dos cimentos resinosos autoadesivos (Burgess *et al.*, 2010). Embora os cimentos resinosos autoadesivos tenham reduzido as complexas etapas e a sensibilidade pós-operatória, o potencial de condicionamento ácido limitado e a interação superficial com a superfície dentinária proporcionaram uma resistência de união menor do que os cimentos resinosos convencionais. Além disso, o cimento em si é muito viscoso para penetrar na rede de fibras de colagénio desmineralizado (Kim *et al.*, 2016; Pisani-Proença *et al.*, 2011).

A maioria dos cimentos resinosos são de polimerização dupla, contendo componentes auto polimerizáveis e fotopolimerizáveis (Kirsten *et al.*, 2018). Na maioria dos casos clínicos, o cimento dentário é difícil de tomar presa apenas com o modo fotopolimerizável devido à distância da fonte de luz e à espessura e opacidade da restauração. Vários estudos demonstraram que a auto polimerização por si só não é tão eficaz quanto a ativação por luz em cimentos resinosos duais ao avaliar o grau de conversão, dureza do cimento, taxa de polimerização, solubilidade e resistência de união. O baixo grau da taxa de conversão do modo de auto polimerização pode ser influenciado pelo aumento da concentração de água e da solubilidade, o que pode comprometer as propriedades mecânicas dos cimentos resinosos e a longevidade da restauração indireta (Azad *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2016; Lührs *et al.*, 2014).

Tabela 2: Principais estudos sobre cimentação adesiva em cerâmica.

<b>Autor (Ano)</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Sistema de adesão</b>	<b>Tratamento de superfície</b>	<b>Cerâmica</b>	<b>Resultados</b>
(Demirtag & Culhaoglu, 2019)	<i>In vitro</i>	Cimento resinoso dual Panavia F 2.0	Jato de areia  Acido fluorídrico  Laser fentosegundo	Cerâmica Feldspática  Nanocerâmica híbrida	Em termos de rugosidade superficial e resistência de união ao cimento resinoso o tratamento com laser de fentosegundo foi o método mais eficaz.  A silanização após tratamentos superficiais aumentou significativamente a resistência de união ao cimento resinoso para Vita Enamic; no entanto, não aumentou a resistência de união ao cimento resinoso para Lava Ultimate, exceto no laser de fentosegundo.

(Silva <i>et al.</i> , 2017)	<i>In vitro</i>	<p>OptibondTM FL, Kerr</p> <p>AdperTM Scot-chbondTM Multi-Purpose, 3M ESPE</p> <p>AdperTM Single Bond 2, 3M ESPE</p> <p>Bond Force, Tokuyama</p> <p>Single Bond Universal, 3M ESPE</p> <p>RelyX U200, 3M ESPE</p>	Cada grupo recebeu tratamento de acordo com as recomendações do fabricante	Não descrito.	<p>Os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, que indicou diferença estatisticamente significativa entre os grupos (<math>p = 0,04</math>), e comparações múltiplas de Tukey, que indicou diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3 (<math>p &lt; 0,05</math>). A análise microscópica revelou uma alta prevalência de falhas adesivas, seguidas por fraturas mistas e falhas coesivas na dentina.</p> <p>O uso de um protocolo prévio de hibridização dentinária é capaz de aumentar a resistência adesiva do cimento resinoso autoadesivo, principalmente quando utilizado o sistema AdperTM ScotchbondTM.</p>
------------------------------	-----------------	---	--	---------------	---

(Guilardi  
et al.,  
2020)

In vitro	RelyX U200  Multilink Auto- mix	Ácido Fluorídrico	Cerâmica Feldspática	O condicionamento com ácido fluorídrico associado ao silano aumentou a energia livre da superfície da cerâmica e a sua molhabilidade, mas não forneceu melhores resultados em termos de resistência à fadiga em comparação com a aplicação apenas de agente de silano. A aplicação de condicionamento ácido reduziu significativamente a resistência à fadiga do material, independentemente do cimento resinoso utilizado.
----------	--	-------------------	-------------------------	---



(Gundogdu & Aladag, 2018)	<i>In vitro</i>	<p>Duo-Link SE Kit</p> <p>Panavia F 2.0</p> <p>RelyX Ultimate</p> <p>Clicker Maxcem Elite</p> <p>RelyX U200 Automix</p>	<p>O grupo IPS e.max Press foi atacado com ácido fluorídrico 9,5% (Porcelain Etchant, Bisco, Schaumburg, IL, EUA) por 60;</p> <p>O grupo Prettau Zircônia foi tratado com abrasão de partículas aéreas com 50 µm de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Airsonic, Hager e Werken, Duisburg, Alemanha).</p> <p>A dentina não recebeu tratamento.</p>	<p>IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).</p> <p>Prettau Zircônia (Zirkonzahn GmbH, Gais, Itália)</p>	<p>Os cimentos de resina adesiva autocondicionante exibiram melhor resistência ao cisalhamento do que os cimentos resinosos autoadesivos, exceto para o cimento Panavia F 2.0 no grupo IPS e.max Press.</p> <p>As resistências ao cisalhamento dos cimentos resinosos autoadesivos eram dependentes da natureza dos materiais do núcleo cerâmico.</p>
---------------------------	-----------------	---	--	---	---

(Kirsten <i>et al.</i> , 2018)	<i>In vivo</i>	<p>iCEM (Heraeus Kulzer)</p> <p>RelyX Unicem 2 Automix (3M)</p> <p>Variolink Esthetic DC (Ivoclar Vivadent)</p>	<p>As superfícies internas das coroas foram atacadas com ácido fluorídrico e silanizadas</p>	<p>Cerâmica pura (VITABLOCS Mark II, VITA Zahnfabrik)</p>	<p>Cimento autocondicionante com comportamento de neutralização do pH inferior e alto estresse de expansão higroscópica, foi capaz de induzir a fratura de coroas confeccionadas em cerâmica feldspática.</p> <p>O processamento CAD / CAM prepara o terreno para tal fenómeno, danificando previamente as margens cervicais. Em geral, para evitar ou pelo menos minimizar os efeitos adversos observados, é de extrema importância otimizar as propriedades físico-químicas dos Cimentos autocondicionantes de forma a diminuir o estresse de expansão higroscópica dos materiais.</p> <p>Cimento autocondicionante com comportamento de neutralização de pH aumentado e baixo estresse de expansão higroscópica deve ser o escolhido para uso clínico em combinação com coroas CAD / CAM.</p>
--------------------------------	----------------	---	--	---	--

(Rohr & Fischer, 2017)	<i>In vitro</i>	Permaflo DC, Panavia F 2.0 Panavia V5 Panavia SA plus	Condicionamento ácido fosfórico + <i>primer</i> .	Cilindro de acrílico.	<p>Os maiores valores de resistência de união para todos os cimentos foram obtidos com condicionamento e <i>primer</i> no esmalte (<math>25,6 \pm 5,3</math> - <math>32,3 \pm 10,4</math> MPa).</p> <p>Na dentina, o condicionamento ácido e o <i>primer</i> produziram os maiores valores de resistência de união para todos os cimentos (<math>8,6 \pm 2,9</math> - <math>11,7 \pm 3,5</math> MPa), exceto para Panavia V5, que alcançou resistências de união significativamente maiores quando fora pré-tratado apenas com <i>primer</i> (<math>15,3 \pm 4,1</math> MPa).</p> <p>Os valores de resistência ao cisalhamento foram correlacionados com a topografia da superfície microrretentiva do esmalte e o comprimento do tag na dentina, exceto para Panavia V5, que revelou a maior resistência de união com aplicação de <i>primer</i> apenas sem condicionamento, resultando em <i>tags</i> curtos, mas resistentes.</p>
------------------------	-----------------	--	---	-----------------------	--

(Samran et al., 2019)	<i>In vitro</i>	<p>SpeedCem (Ivoclar Vivadent AG)</p> <p>RelyX Unicem2 Automix (3M ESPE)</p> <p>Panavia SA Cement Plus Automix (Kuraray Noritake)</p> <p>(Bifix SE (VOCO).</p>	<p>Jateamento com óxido de alumínio.</p> <p>IvoclarVivadent AG. (Ivoclean) para limpar a contaminação com saliva.</p>	<p>Discos de zircônia (Zenostar Zr Translucent Me-dium; Wieland Dental+Technik GmbH &amp; Co KG)</p>	<p>Após a contaminação com saliva, a resistência à tração para todos os espécimes diminuiu significativamente (<math>P &lt; 0,001</math>). Além disso, após contaminação da saliva e durante 150 dias de armazenamento em água com termociclagem, todos os espécimes descolaram-se espontaneamente. No entanto, o uso do meio de limpeza (Ivoclean) aumentou significativamente a resistência de união à tração para quase todas as amostras (<math>P &lt; 0,05</math>).</p>
-----------------------	-----------------	--	---	--	--

(Sanli et al., 2015)	<i>In vitro</i>	Cimento resinoso dual Panavia F 2.0 RelyX U200	Jateamento com óxido de alumínio  Primer de zircônia (Z-Prime Plus, Bisco) (Z),  Cerâmica vitrificada (Crystall.Glaze spray, Ivoclar Vivadent) + ácido fluorídrico (GHF),  Vidro de fusão - cerâmica (Crystall.Connect, Ivoclar Vivadent)	Zircônia	O novo <i>design</i> do método de teste, que tem bom um poder discriminatório, confirmou a importância do jateamento como um tratamento simples e eficaz com baixo risco para o operador. Ele apresentou a maior resistência de união, independentemente do tipo de cimento. A aplicação da camada de esmalte seguida de condicionamento com ácido fluorídrico em zircônia antes da cimentação pode ser viável para a cimentação adesiva de zircônia, no entanto, representa um risco muito maior de falha na adesão, além de ter problemas com o controle da espessura.
----------------------	-----------------	--	---	----------	--

(Schwenter et al., 2016)	<i>In vitro</i>	RelyX Unicem 2 Automix, Clearfil SA  Variolink II	Acido fosfórico 5%	Cerâmica infiltrada com polímero VITA Enamic	O condicionamento ácido aumentou a resistência ao cisalhamento. Após a silanização, um aumento adicional na resistência ao cisalhamento pode ser estabelecido. O condicionamento ácido por mais de 30 segundos não melhorou a resistência ao cisalhamento.
(Yang et al., 2020)	<i>In vitro</i>	RelyX Veneer (3M ESPE)  Variolink N (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)  Multilink Speed; (Ivoclar Vivadent)  RelyX U200 (3M ESPE).	Jateamento com partículas de óxido de alumínio.  Pré condicionamento com primer de zircónia.	Zircónia Y-TZP (Lava Plus; 3M ESPE, Maplewood, MN, USA)	A aplicação de cimentos resinosos autoadesivos isoladamente pode ser uma alternativa ao pré condicionamento com um <i>primer</i> de zircónia seguido da aplicação de cimentos resinosos convencionais. A formação de ligações Zr-O-P contribuiu para a melhoria da adesão dos cimentos resinosos autoadesivos. Diferentes condições de envelhecimento afetaram os valores de resistência ao cisalhamento.

Tabela 3: Composição química e protocolo de utilização de vários cimentos resinosos disponíveis no mercado, para cimentação adesiva. Adaptado de (Suyama et al., 2013).

<b>Cimento</b>	<b>Composição</b>	<b>Protocolo de uso</b>
<i>Clearfil SA Cement (Kuraray, Tokyo, Japan)</i>	MDP, dimetacrilato aromático hidrofóbico, dimetacrilato alifático hidrofóbico, sílica coloidal, vidro de bário	Enxaguar a superfície da dentina com spray de água e secar suavemente ao ar (a superfície deve apresentar um aspeto ligeiramente brilhante); misture o composto de cimentação usando a seringa de mistura automática dupla; aplicar a mistura no bloco cerâmico e substrato; assente o bloco cerâmico no substrato; remova o excesso de cimento; fotopolimerizar cada superfície por 20 s.
<i>G-CEM Automix</i>	UDMA, canforoquinona, hidroperóxido, vidro de fluoro-alumino-silicato, fotoiniciador, ésteres fosfóricos metacrilados, monómero de éster de ácido fosfórico, dimetacrilato, pigmento, inibidor, dióxido de silício	
<i>RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Germany)</i>	Pó: vidro, sílica, hidróxido de cálcio, pigmento, pirimidina substituída, composto peróxido, iniciador Líquido: éster fosfórico metacrilado, dimetacrilato (Bis-GMA, TEGDMA), acetato, estabilizador, iniciador	
<i>SmartCem2 (Dentsply, Konstanz, Germany)</i>	UDMA, resinas de di- e tri-metacrilato, resina de acrilato modificada com ácido fosfórico, vidro de fluoroaluminossilicato de bário, iniciador de peróxido	

	orgânico, fotoiniciador de canforOquinona, fotoiniciador de óxido de fosfeno, aceleradores, hidroxitolueno butilado-hidroxitolueno, estabilizador UV hidrofílico, dióxido de ferro, dióxido de ferro dióxido de silício	
<i>Clearfil Esthetic Cement (Kuraray,Tokyo, Japan)</i>	<p>ED <i>Primer</i> II Líquido A: HEMA, 10-MDP, 5-NMSA, água, acelerador</p> <p>ED <i>Primer</i> II Líquido B: 5-NMSA, acelerador, água, iniciador</p> <p>Clearfil Esthetic Cimento Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, monómeros hidrofóbicos de dimetacrilato aromático, enchimento de vidro de bário silanado, sílica coloidal, acelerador</p> <p>Clearfil Esthetic Cimento Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, monómeros de dimetacrilato hidrofóbico aromático dimetacrilato hidrofóbico, monómeros, enchimento de vidro de bário silanado, sílica silanada, sílica coloidal, peróxido de benzoíla, di-canforquinona, pigmentos</p>	<p>Dispense quantidades iguais de ED <i>Primer</i> II Líquido A e B e misture; aplicar ED <i>Primer</i> II e deixar por 30 s; remova qualquer excesso de <i>primer</i> com uma bolinha de algodão e seque completamente o <i>primer</i> com um fluxo de ar suave; aplique na dentina; remova o excesso de cimento; fotopolimerizar cada superfície por 20 s.</p>



*Variolink II (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein)*

BisGMA, UDMA, TEGDMA, enchimentos de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de boro-alumino-flúor-silicato, óxido misto esferoidal, catalisadores, estabilizadores, pigmentos.

Condicione dentina por 15s e enxágue com H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (condicionamento total, Ivoclar-Vivadent); aplicar Excite DSC com pincel na superfície da dentina e agitar durante pelo menos 10 s; seque por 1–3 s; a superfície deve ter uma aparência brilhante uniforme; fotopolimerizar por 20 s; misture quantidades iguais de base e pasta de catalisador por 10s; aplicar com pincel na dentina e, se necessário, na restauração; fotopolimerizar por 20.

### 3.3.1 Vantagens da cimentação adesiva

Os cimentos autoadesivos simplificam os procedimentos de colagem, economizando tempo e, mais importante, diminuindo a "janela de contaminação". Como os cimentos tradicionais requerem várias etapas (condicionamento, preparação e ligação), cada etapa representa um possível ponto de contaminação (Camargo *et al.*, 2019). Ao reduzir o número de etapas do procedimento, o risco de contaminação é menor e pode ser alcançada uma melhor adesão. Os cimentos autoadesivos reduzem os erros criados pela aplicação inadequada da colagem, podendo aderir a uma superfície dentária não tratada previamente com um agente de corrosão, *primer* ou agente de colagem; assim, a cimentação é realizada numa única etapa (Burgess *et al.*, 2010; Shafiei *et al.*, 2019).

### 3.3.2 Cuidados a serem tomados durante a cimentação adesiva

Durante a cimentação, a peça protética deve ficar bem posicionada, sem sofrer deslocamentos, podendo, inclusive, utilizar-se instrumentos para a sua imobilização durante o assentamento, principalmente quando se trata da cimentação de várias peças ao mesmo tempo, como nos casos de reabilitações anteriores extensas (Farah *et al.*, 2018).

A cimentação adesiva apresenta várias etapas que são pontos de potenciais falhas no processo, devendo ser realizada com bastante atenção pois a contaminação pode gerar falhas. Falhas na execução de uma das etapas pode causar problemas no resultado final do trabalho protético. A cimentação autoadesiva tem como objetivo a diminuição de etapas necessárias para se obter a adesão, minimizando, assim, a probabilidade de ocorrência de falhas durante o processo (Azad *et al.*, 2018; Burgess *et al.*, 2010; Camargo *et al.*, 2019; Farah *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2016; Lührs *et al.*, 2014; Shafiei *et al.*, 2019; Solon-de-Mello *et al.*, 2019).

### 3.3.3 Fatores que influenciam a longevidade da cimentação adesiva

Uma remoção inadequada do excesso de cimento das margens e áreas interproximais pode criar complicações estéticas e biológicas, bem como afetar a habilidade do paciente em manter uma correta higiene oral (Camargo *et al.*, 2019; Farah *et al.*, 2018).

Os cimentos autoadesivos apresentam melhorias em relação aos cimentos convencionais e resinosos. Estes simplificam o procedimento de colagem, eliminando as várias etapas necessárias para os cimentos de convencionais com condicionamento ácido prévio. As resistências de adesão variam entre os cimentos específicos, mas os cimentos de condicionamento total geralmente fornecem a maior retenção, os sistemas autocondicionantes são intermediários e os cimentos autoadesivos podem fornecer resistência de colagem quase semelhante aos sistemas autocondicionantes. (Burgess *et al.*, 2010; Shafiei *et al.*, 2019). Os cimentos autoadesivos fornecem maior retenção do que os ionómeros de vidro modificados com resina, e são particularmente úteis nas restaurações de cerâmica pura de alta resistência. (Burgess *et al.*, 2010).

Os cimentos autoadesivos melhoram a retenção e dão suporte às restaurações cerâmicas com uma técnica de aplicação simples. Esses materiais tiveram uma grande influência na prática da medicina dentária devido à sua boa adesão à dentina e facilidade de uso. (Burgess *et al.*, 2010; Camargo *et al.*, 2019; Shafiei *et al.*, 2019).

Alguns dos cimentos parecem ser sensíveis à humidificação e secagem excessivas, o que diminui a sua resistência de união. Os cimentos autoadesivos podem ser usados de forma mais eficiente na colagem à dentina; na verdade, os nossos dados mostram que a maioria desses cimentos adere melhor à dentina do que ao esmalte (Shafiei *et al.*, 2019). Com a maioria (senão todos) dos cimentos desta categoria, a ligação ao esmalte é melhorada quando um condicionador e um agente de ligação são aplicados. Ao contrário do esmalte, quando a dentina é condicionada com ácido fosfórico e um agente de ligação é aplicado, ocorre uma diminuição da adesão (Burgess *et al.*, 2010).

Embora a adesão à dentina com a utilização de cimentos auto condicionantes seja muito semelhante à adesão dos cimentos resinosos convencionais, no que toca à

resistência de união, adaptação marginal e selamento, a adesão ao esmalte não parece ser tão eficaz quanto a obtida com condicionamento ácido e lavagem (Solon-de-Mello *et al.*, 2019).

#### IV. CONCLUSÃO

A cimentação adesiva permite a realização de preparos minimamente invasivos e sem a necessidade de realizar preparos retentivos que fragilizam a estrutura dentária.

A cimentação adesiva é uma técnica previsível e bem documentada, que requer um rigor na execução dos passos da mesma para se conseguir ter êxito na sua execução. A negligência nos passos operatórios pode invariavelmente levar ao insucesso a médio e longo prazo e, dependendo da etapa em que ocorrer falha, esse insucesso pode vir também a curto prazo.

Deve-se ter cuidado com a espessura da linha de cimentação, pois é o local onde se concentra a maioria das falhas nos trabalhos cimentados com cimentação adesiva, quanto mais fina for a linha de cimentação e melhor adaptada estiver a peça protética, maior a taxa de sucesso dos tratamentos.



## V. BIBLIOGRAFIA

Abad-Coronel, C., Naranjo, B., & Valdiviezo, P. (2019). Adhesive systems used in indirect restorations cementation: Review of the literature. *Dentistry Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/dj7030071>

Albaladejo, A., Osorio, R., Toledano, M., & Ferrari, M. (2010). Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 15(1), 112–118. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e112>

Angeletaki, F., Gkogkos, A., Papazoglou, E., & Kloukos, D. (2016). Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 53, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.07.011>

Awad, M. M., Alqahtani, H., Al-Mudahhi, A., Murayshed, M. S., Alrahlah, A., & Bhandi, S. H. (2017). Adhesive bonding to computer-aided design/ computer-aided manufacturing esthetic dental materials: An overview. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(7), 622–626. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2095>

Azad, E., Atai, M., Zandi, M., Shokrollahi, P., & Solhi, L. (2018). Structure–properties relationships in dental adhesives: Effect of initiator, matrix monomer structure, and nano-filler incorporation. *Dental Materials*, 34(9), 1263–1270. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.013>

Barbon, F. J., Moraes, R. R., Boscato, N., Alessandretti, R., & Spazzin, A. O. (2018). Feldspar ceramic strength and the reinforcing effect by adhesive cementation under accelerated aging. *Brazilian Dental Journal*, 29(2), 202–207. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201801896>

Blatz, M. B., Vonderheide, M., & Conejo, J. (2018). The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *Journal of Dental Research*, 97(2),

132–139. <https://doi.org/10.1177/0022034517729134>

Broyles, A. C., Pavan, S., & Bedran-Russo, A. K. (2013). Effect of dentin surface modification on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *Journal of Prosthodontics*, 22(1), 59–62. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2012.00890.x>

Burgess, J. O., Ghuman, T., & Cakir, D. (2010). Self-adhesive resin cements. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(6), 412–419. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00378.x>

Camargo, F. S. A. S., González, A. H. M., Alonso, R. C. B., Di Hipólito, V., & D'Alpino, P. H. P. (2019). Effects of Polymerization Mode and Interaction with Hydroxyapatite on the Rate of pH Neutralization, Mechanical Properties, and Depth of Cure in Self-Adhesive Cements. *European Journal of Dentistry*, 13(2), 178–186. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696057>

Chávez-Lozada, J., & Urquía-Morales, C. (2017). In-vitro evaluation of bond strength of four self-etching cements. *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL*, 30(3), 101–108. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29750232>

Chen, B., Lu, Z., Meng, H., Chen, Y., Yang, L., Zhang, H., Xie, H., & Chen, C. (2019). Effectiveness of pre-silanization in improving bond performance of universal adhesives or self-adhesive resin cements to silica-based ceramics: Chemical and in vitro evidences. *Dental Materials*, 35(4), 543–553. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.010>

Demirtag, Z., & Culhaoglu, A. K. (2019). Surface roughness of ceramic-resin composites after femtosecond laser irradiation, sandblasting or acid etching and their bond strength with and without silanization to a resin cement. *Operative Dentistry*, 44(2), 156–167. <https://doi.org/10.2341/17-391-L>

Farah, R. I., Aldhafeeri, A. F., & Alogaili, R. S. (2018). A technique to facilitate ceramic veneer cementation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(2), 194–197.



<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.09.021>

Ferreira-Filho, R. C., Ely, C., Amaral, R. C., Rodrigues, J. A., Roulet, J. F., Cassoni, A., & Reis, A. F. (2018). Effect of different adhesive systems used for immediate dentin sealing on bond strength of a self-adhesive resin cement to dentin. *Operative Dentistry*, 43(4), 391–397. <https://doi.org/10.2341/17-023-L>

Fleming, G. J. P., Cao, X., Romanyk, D. L., & Addison, O. (2017). Favorable residual stress induction by resin-cementation on dental porcelain. *Dental Materials*, 33(11), 1258–1265. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.07.018>

Guilardi, L. F., Pereira, G. K. R., Vallau, A. S., Silva, I. A., Giordani, J. C., Valandro, L. F., & Rippe, M. P. (2020). Fatigue Failure Load of a Bonded Simplified Monolithic Feldspathic Ceramic: Influence of Hydrofluoric Acid Etching and Thermocycling. *Operative Dentistry*, 45(1), E21–E31. <https://doi.org/10.2341/19-069-L>

Gundogdu, M., & Aladag, L. I. (2018). Effect of adhesive resin cements on bond strength of ceramic core materials to dentin. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 21(3), 367–374. [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_10\\_17](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_10_17)

Haller, B. (2013). Which self-etch bonding systems are suitable for which clinical indications? *Quintessence International*, 44(9), 645–661. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a30182>

Haralur, S. B. (2018). Microleakage of porcelain laminate veneers cemented with different bonding techniques. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(2), e166–e171. <https://doi.org/10.4317/jced.53954>

Kim, J. Y., Cho, G. Y., Roh, B. D., & Shin, Y. (2016). Effect of curing mode on shear bond strength of self-adhesive cement to composite blocks. *Materials*, 9(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ma9030210>

Kirsten, M., Matta, R. E., Belli, R., Lohbauer, U., Wichmann, M., Petschelt, A., & Zorzin, J. (2018). Hygroscopic expansion of self-adhesive resin cements and the integrity of all-ceramic crowns. *Dental Materials*, 34(8), 1102–1111.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.04.008>

Latta, M. A., Tsujimoto, A., Takamizawa, T., & Barkmeier, W. W. (2020). Enamel and dentin bond durability of self-adhesive restorative materials. *Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 99–105. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43996>

Lima, D. M., Linhares, T. S., Lima, S. N. L., Carvalho, E. M., Loguercio, A. D., Bauer, J., & Carvalho, C. N. (2019). Effect of sonic application of self-adhesive resin cements on push-out bond strength of glass fiber posts to root dentin. *Materials*, 12(12), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ma12121930>

Lühns, A. K., De Munck, J., Geurtsen, W., & Van Meerbeek, B. (2014). Composite cements benefit from light-curing. *Dental Materials*, 30(3), 292–301. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.11.012>

Makishi, P., André, C. B., Silva, J. P. L. E., Bacelar-Sá, R., Correr-Sobrinho, L., & Giannini, M. (2016). Effect of storage time on bond strength performance of multimode adhesives to indirect resin composite and lithium disilicate glass ceramic. *Operative Dentistry*, 41(5), 541–551. <https://doi.org/10.2341/15-187-L>

Matinlinna, J. P., Lung, C. Y. K., & Tsoi, J. K. H. (2018). Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. In *Dental Materials* (Vol. 34, Issue 1, pp. 13–28). The Academy of Dental Materials. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.09.002>

Matuda, L. S. D. A., Marchi, G. M., Aguiar, T. R., Leme, A. A., Ambrosano, G. M. B., & Bedran-Russo, A. K. (2016). Dental adhesives and strategies for displacement of water/solvents from collagen fibrils. *Dental Materials*, 32(6), 723–731. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.009>

Özcan, M., & Vallittu, P. K. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*, 19(8), 725–731. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00019-8](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00019-8)

- Pisani-Proença, J., Erhardt, M. C. G., Amaral, R., Valandro, L. F., Bottino, M. A., & Del Castillo-Salmerón, R. (2011). Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(4), 227–235. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60037-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60037-1)
- Rohr, N., & Fischer, J. (2017). Tooth surface treatment strategies for adhesive cementation. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(2), 85–92. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.2.85>
- Samran, A., Al-Ammari, A., El Bahra, S., Halboub, E., Wille, S., & Kern, M. (2019). Bond strength durability of self-adhesive resin cements to zirconia ceramic: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(3), 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.026>
- Sanli, S., Çömlekçioğlu, M. D., Çömlekçioğlu, E., Sonugelen, M., Pamir, T., & Darvell, B. W. (2015). Influence of surface treatment on the resin-bonding of zirconia. *Dental Materials*, 31(6), 657–668. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.03.004>
- Schwenter, J., Schmidli, F., Weiger, R., & Fischer, J. (2016). Adhesive bonding to polymer infiltrated ceramic. *Dental Materials Journal*, 35(5), 796–802. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-271>
- Shafiei, F., Kamran, S., Memarpour, M., & Aghaei, T. (2019). Bond strength and adhesive interfacial micromorphology of self-adhesive resin cements: Effect of reduced times of pre-etching. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(11), e984–e990. <https://doi.org/10.4317/jced.56120>
- Shibuya, K., Ohara, N., Ono, S., Matsuzaki, K., & Yoshiyama, M. (2019). Influence of 10-MDP concentration on the adhesion and physical properties of self-adhesive resin cements. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(4), 1–10. <https://doi.org/10.5395/rde.2019.44.e45>
- Silva, F. L., Pamato, S., Kuga, M. C., Só, M. V. R., & Pereira, J. R. (2017). Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. *Journal of Clinical*

*and Experimental Dentistry*, 9(1), e96–e100. <https://doi.org/10.4317/jced.53099>

Solon-de-Mello, M., da Silva Fidalgo, T. K., dos Santos Letieri, A., Masterson, D., Granjeiro, J. M., Monte Alto, R. V., & Maia, L. C. (2019). Longevity of indirect restorations cemented with self-adhesive resin luting with and without selective enamel etching. A Systematic review and meta-analysis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(4), 327–337. <https://doi.org/10.1111/jerd.12504>

Suyama, Y., De Munck, J., Cardoso, M. V., Yamada, T., & Van Meerbeek, B. (2013). Bond durability of self-adhesive composite cements to dentine. *Journal of Dentistry*, 41(10), 908–917. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.07.008>

Yang, L., Chen, B., Meng, H., Zhang, H., He, F., Xie, H., & Chen, C. (2020). Bond durability when applying phosphate ester monomer-containing primers vs. self-adhesive resin cements to zirconia: Evaluation after different aging conditions. *Journal of Prosthodontic Research*, 64(2), 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.06.008>

Yoshihara, K., Nagaoka, N., Sonoda, A., Maruo, Y., Makita, Y., Okihara, T., Irie, M., Yoshida, Y., & Van Meerbeek, B. (2016). Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in ‘universal’ adhesives. *Dental Materials*, 32(10), 1218–1225. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.07.002>